

Пашкоал А. М. Наполеао, А. А. Виноградов, Адриано де Алмейда
Университет имени Агоштиньо Нето (г. Луанда, Ангола)

В. В. Куцин

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина» (г. Екатеринбург, Россия)

КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В УЧЕБНОМ И ЖИЛОМ КОРПУСАХ ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА АНГОЛЫ ИМЕНИ АГОШТИНЬО НЕТО

Повышению электроэнергетической безопасности (ЭЭБ) в Анголе уделяется большое внимание. Она включает большое количество факторов. К их числу относятся недостаточные мощность и величина вырабатываемой электроэнергии (ЭЭ), отсутствие необходимой системы передачи и распределения ЭЭ в Анголе [1, 2]. Важной составляющей ЭЭБ также является качество электроэнергии (КЭЭ) в системах электроснабжения (СЭС) предприятий, учреждений, городов. Следует отметить, что пока к этой составляющей ЭЭБ уделяется недостаточно внимания.

В соответствии с ГОСТ 32144-2013 под качеством ЭЭ понимается степень соответствия характеристик ЭЭ в данной точке электрической системы совокупности нормированных показателей КЭЭ [3]. Официальным документом определяющим нормы, методы измерения и правила использования электроэнергии в Анголе являются международные стандарты [3]. В настоящее время контроль КЭЭ в соответствии с [4] проводится недостаточно часто и не в полной мере.

Учитывая актуальность инструментального исследования показателей КЭЭ был проведен комплекс измерений в учебных и жилом корпусах государственного Университета Анголы (ГУА) имени Агоштиньо Нето. В данном докладе приводятся результаты инструментального обследования блока математики А и дома преподавателей этого университета.

Методика инструментального исследования разработана в соответствии с международными стандартами и ГОСТами России [3–5]. Кроме этого, учитывались особенности системы электроснабжения и приёмников ЭЭ кампуса ГУА и опыт проведения энергетических обследований организаций и учреждений Российской Федерации [6 и др.].

Измерения проводились универсальным прибором «Измеритель гармоник мощности Fluke 41b», удовлетворяющим требованиям [4]. Инструментальное обследование предусматривает подключение прибора в узлах системы электроснабжения [1] кампуса: в распределительных щитах распределительных подстанций и различных учебных и жилых зданий. К основным результатам измерения качества электроэнергии относятся величины электрических параметров, показателей их несинусоидальности и несимметрии, а также энергетические показатели.

Некоторые измерения в блоке математики и доме преподавателей приведены в табл. 1 и 2. Обозначения коэффициентов, используемых в табл. 1:

PF – коэффициент мощности (P/S – включает все гармоники);

DPF – коэффициент мощности (P_1/S_1 – на основной гармонике);

CF_u , CF_i – коэффициенты амплитуды напряжения и тока;

KF_i – коэффициент, характеризующий отношение дополнительных потерь от высших гармоник к потерям от основной гармоники;

K_u, K_i – полные коэффициенты гармоник напряжения и тока (отношение средне-квадратичных значений суммы всех высших гармоник и первой гармоники), %;
 K_u^1, K_i^1 – полные коэффициенты гармоник напряжения и тока (отношение средне-квадратичных значений суммы всех высших гармоник и всех гармоник, включая первую), %.

Таблица 1

Результаты измерения режимов электропотребления
и показателей качества электроэнергии

Параметр электрической сети	Величина параметра электрической сети					
	Блок математики			Дом преподавателей		
	Фаза			Фаза		
	A	B	C	A	B	C
Напряжение, В:						
– среднеквадратичное	221	227	215	218	218	215
– сумма гармоник	2	2	3	4	4	3
Ток, А:						
– среднеквадратичный	50	40	52	68	70	48
– сумма гармоник	12	12	10	4,4	5,2	4,4
– постоянная составляющая	6	–6	–4	–0,2	–0,1	–0,2
Энергетические показатели:						
– активная мощность, кВт	10,2	7	10,4	13,4	14,6	11,3
– реактивная мощность, квар	1,6	3,2	2,4	6,2	5	1,7
– полная мощность, кВА	10,6	8,4	8,4	15	15,4	11,8
– коэффициенты мощности:						
PF	0,95	0,84	0,97	0,91	0,94	0,99
DPF	0,99	0,9	0,99	0,9	0,95	0,99
Коэффициенты несинусоидальности:						
CF_u	1,41	1,41	1,41	1,39	1,4	1,4
CF_i	1,49	1,44	1,45	1,54	1,59	1,5
KF_i	4,3	5	27	1,1	1,2	1,1
K_u	1	1	1,2	1,9	1,6	1,4
K_u^1	1	1	1,2	1,9	1,6	1,4
K_i	23,5	32,6	21,1	6,7	7,8	4,5
K_i^1	23,2	30,6	20,6	6,5	7,5	4,4

Таблица 2

Высшие гармоники тока

Фаза	Величина высших гармоник тока, %																	
	Номер гармоники тока																	
	2	3	4	5	7	9	11	13	14	15	17	19	21	23	25	27	29	31
A	4,7	18,1	3,8	8,2	4,1	4	3,2	3,6	2,6	2,4	2,3	2	1,6	2	2,6	1,3	1,5	1,1
B	5,4	24,3	5	11,6	3,4	4,1	4,5	4,1	3,8	3,2	1,8	1,5	2,1	1,6	2,6	1,5	1,7	2,2
C	5,5	16,6	5	4,6	4	3,9	3,6	2,6	2,4	2,3	2,1	1,6	2,6	1,4	2,1	1,1	1	1,1

N		30,6		6,5	3,2	2,5		1,6		1,3			1,2	1	1			0,5
---	--	------	--	-----	-----	-----	--	-----	--	-----	--	--	-----	---	---	--	--	-----

По результатам измерений можно сделать ряд выводов.

Отсутствие электроэнергии в течение нескольких недель за год из-за частых плановых и аварийных отключений.

Частота, величина, синусоидальность и симметрия напряжений по фазам в системе электроснабжения достаточно стабильны и не отклоняются за соответствующие предельные значения ГОСТ.

Имеют место несимметрия тока по фазам и значительный ток в нулевом проводе.

Наличие большого количества в корпусах кампуса нелинейных приёмников электроэнергии приводит к искажению синусоидальности токов в фазах и нейтральном проводе системы электроснабжения. Значения соответствующих коэффициентов (см. табл. 1 и 2) намного превышают допустимые величины, приведённые в стандарте [4]. Это приводит к ухудшению энергетической безопасности, значительным потерям и потреблению электроэнергии, дополнительному нагреву и преждевременному выходу из строя электрооборудования.

Коэффициенты мощности достаточно высокие, и не требуется компенсация реактивной мощности.

В результате проведенного энергетического обследования следует рекомендовать:

- необходимо повышение электроэнергетической безопасности путём увеличения мощности автономной электростанции кампуса и переход на электроснабжение от неё;
- реализовать организационные и технические мероприятия по симметрированию нагрузок в корпусах;
- внедрить фильтро-компенсирующие устройства для фильтрации высших гармоник тока.

Список использованных источников

1. Жоао Франсишко де Соуза Гашпар да Силва, Виноградов А. А. Состояние энергетики и развитие высшего образования в Анголе // Эффективное и качественное снабжение и использование электроэнергии: сб. докл. 3-й междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург: УрФУ, 2013. – С. 14–18.
2. Жоао Франсишко де Соуза Гашпар да Силва, Виноградов А. А., Адриано де Алмейда. Электроснабжение кампуса государственного Университета Анголы имени Агоштиньо Нето // Эффективное и качественное снабжение и использование электроэнергии: сб. докл. 4-й междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург: УрФУ, 2015. – С. 35–37.
3. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Стандартинформ, 2014. – 19 с.
4. IEC 61000 – Electromagnetic compatibility (EMC).
5. Decreto n. 479, da Agencia Nacional de Energia Electrica do Brasil. 1992.
6. Куцин В.В., Копырин В.С. Электроснабжение и электроэнергетическая безопасность медицинских учреждений // Эффективное и качественное снабжение и использование электроэнергии: сб. докл. 4-й междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург: УрФУ, 2015. – С. 46–49.